

# Téléphonie sur IP

## Systemes, Communications

## Bibliographie

- ◆ Internet, Multimédia et Temps réel,  
Jean-François Susbielle, Eyrolles, 2001, 700 pages
- ◆ Réseaux - Internet, téléphonie, multimédia - Convergences et complémentarités  
D.Hardy, G.Malléus, J.Méreur - De Boeck, juillet 2002 - 798 pages
- ◆ Implementing voice over IP  
B. Khasnabish – Wiley, 2003 - 324 pages
- ◆ IP Telephony with H.323  
V.Kumar, M.Korpi, S.Sengodan – Wiley, 2002 - 606 pages
- ◆ IP Telephony Resource Kit  
Ulysse Black - Prentice Hall, 2002 - 702 pages
- ◆ Computer Telephony Integration  
W.Yarberry - CRC Press, 2003 - 428 pages

# Liens

- ◆ Portail de la CTI :  
<http://www.computertelephony.org/>
  
- ◆ Portail technique sur la téléphonie sur IP :  
<http://iptel.org/>
  
- ◆ Portail des développement commerciaux des produits SIP  
<http://www.sipcenter.com/>  
<http://www.sipforum.org>

## 1- Contexte et motivations

# Contexte Technique

- ◆ Voix sur IP (VoIP) :
  - Transporter la voix différemment (dans des paquets)
  - Existe déjà : Frame Relay, ATM
  
- ◆ Téléphonie sur IP (IPtel) :
  - Offrir un vrai service de téléphonie sur un réseau IP
  - Signalisation SS-7, Réseau intelligent IN
  
- ◆ Au delà de l'objectif de remplacer les infrastructures dédiées de communication existantes (commutation de circuit) par un réseau multi-services (commutation de paquets), la « Voix sur IP » offre avant tout les possibilités :

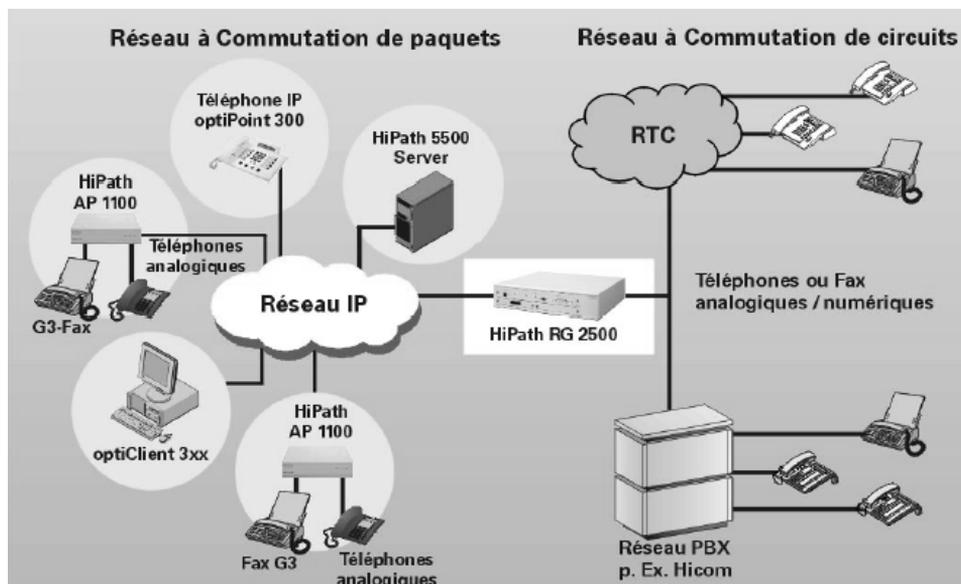
# 1- Contexte et motivations

## Objectifs VoIP

1. réduction des coûts de communications (pas toujours vrai !)
2. simplifier la gestion/maintenance des infrastructures et des services téléphoniques (cela dépend et plutôt à long terme);
3. intégrer les services téléphoniques classiques (boîte vocale, audioconférence, fax, ...) avec les services et applications informatiques existantes (services Internet, Intranet, et Extranet)
  - Applications CTI (Couplage Téléphonie Informatique).
4. déployer rapidement des services de téléphonie aussi flexibles, programmables et configurables que les services de messagerie électronique (email) ou du Web;

## 3- Produits et solutions d'entreprises

# SIEMENS



### 3- Produits et solutions d'entreprises

# SIEMENS



OptiPoint 300 (H.323) & 400 (SIP)

OptiPoint 600



HiPath 3300



HiPath 3700



HiPath 3500



HiPath 4000  
Migration à partir du HiCom 300

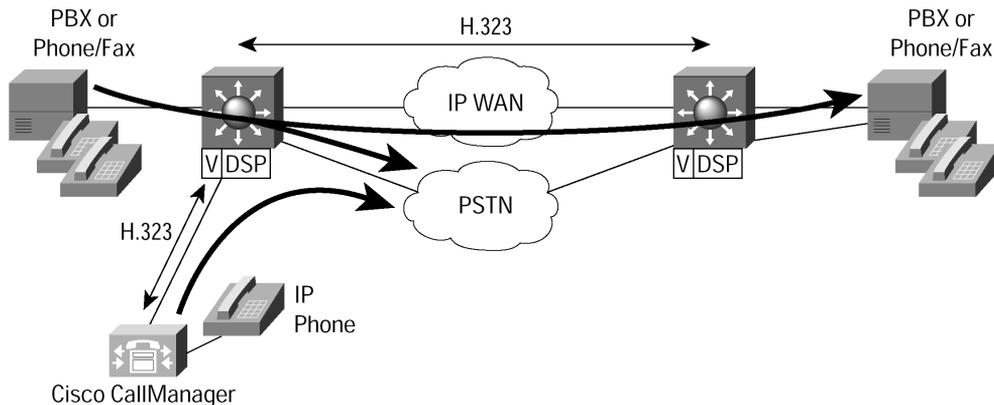


HiPath 5500

## Interconnexion de PABX

### CISCO SYSTEMS

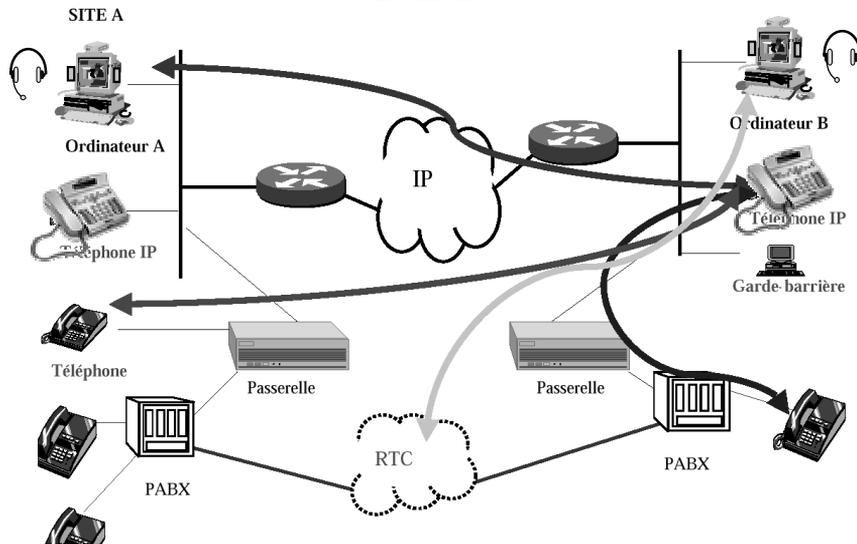
#### ◆ Module VoIP Access Gateway for Catalyst 4000 series :



## 2- scénario de déploiement

# Opérateurs / Entreprises

# CTI

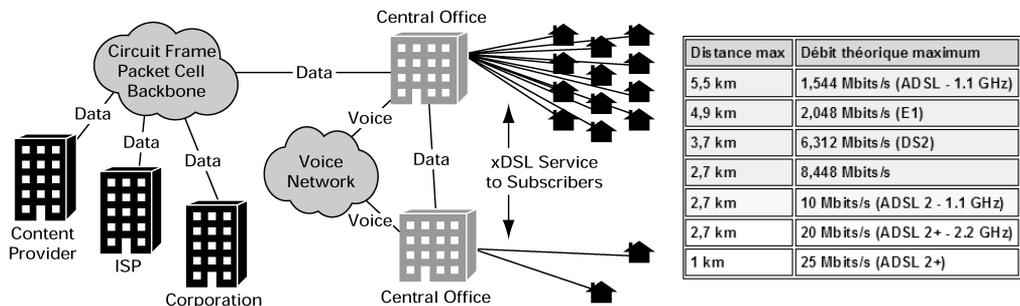


© 2006 ahmed.mehaoua

page 9

# Boucle locale xDSL

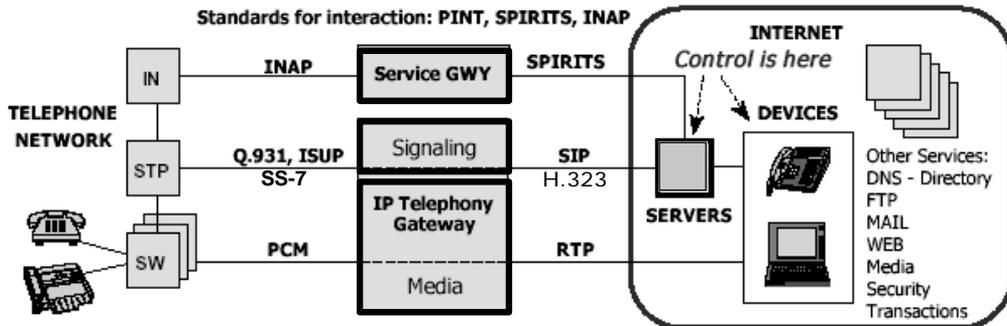
- Fin 2003 :**
- 3 Millions d'abonnées à l'ADSL (1.4 Millions - Fin 2002)
  - 70 % de la population dispose d'un accès ADSL (65% - Fin 2002)
  - 34 Millions de lignes téléphonique fixe (France Telecom)
  - 40 Millions d'abonnés à la téléphonie mobile en France (ART - Oct 2003)
- Fin 2004**
- 85% de la population disposeront d'un accès ADSL (ADSL2, +15% distance)
  - + 35% de croissance par an en Europe (PriceWaterHouseCoopers)
  - 6 millions d'abonnés Hauts débits en France
  - 43.3 Millions d'abonnés à l'ADSL prévu en Europe Fin 2007



© 2006 ahmed.mehaoua

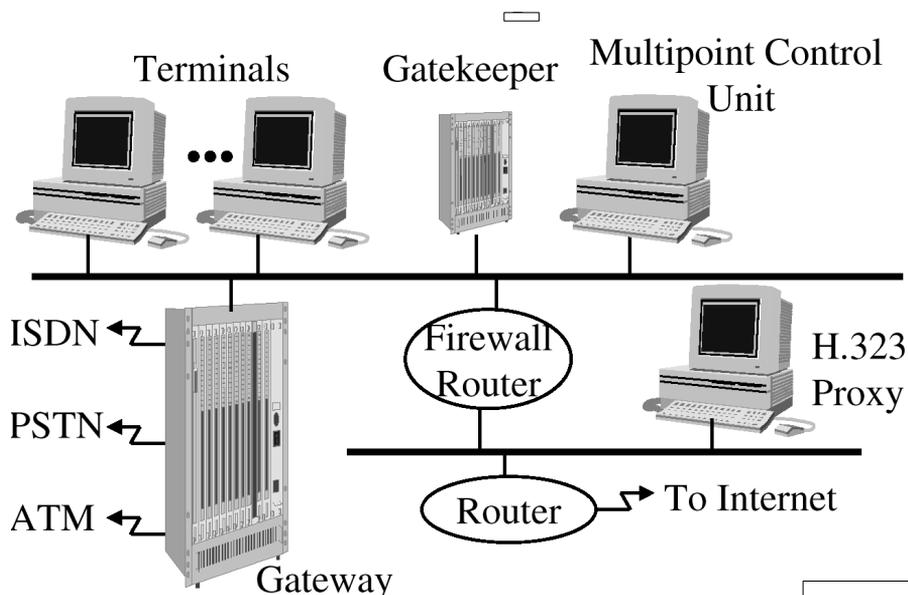
page 10

# Architecture Telephonie sur IP



1. Service Gateway (création et déploiement de services téléphoniques)
2. Signalling Gateway (établissement et libération des appels téléphoniques)
3. Media Gateway (codage et transmission de la voix) et décomposée en :
  - Media Gateway Controller (MGC)
  - Media Gateway (MG)

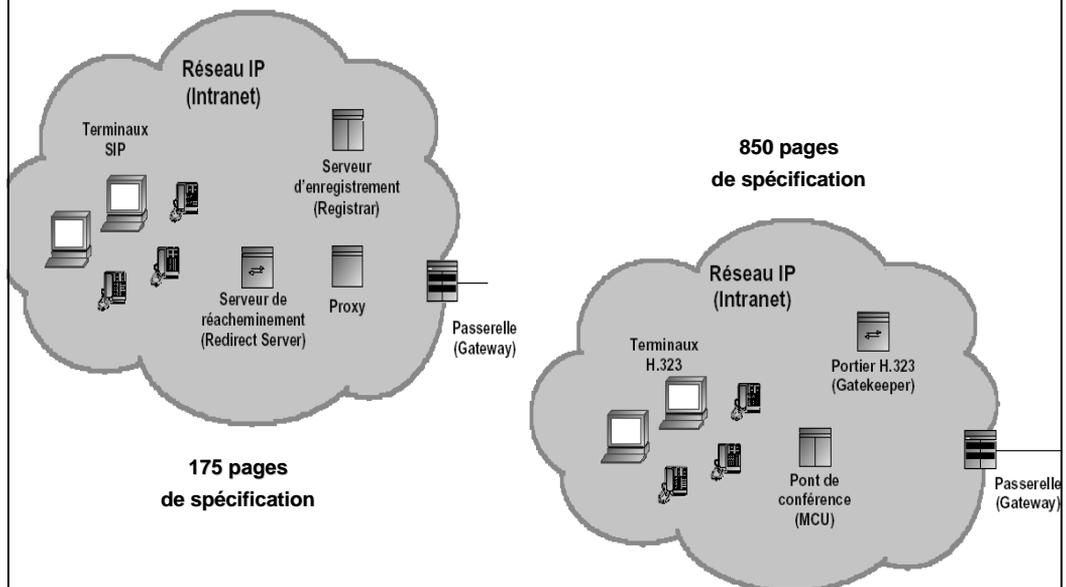
## H.323 : Architecture



# VoIP : Architecture H.323

- ◆ Terminal « utilisateur » : PC multimédia / Téléphone IP / téléphone /...
  - ◆ Passerelle ( Gateway ) : transformation du signal pour son transport sur IP et vice versa ( i.e. format, signalisation, codecs audio) si nécessaire. Interconnexion avec terminaux H.320 (RNIS), H.321 (ATM), H.324 (Modem) ou V.70 (RTC terminal analogique).
  - ◆ Garde-Barrière ( Gatekeeper ) : Contrôle des appels, Enregistrement, Gestion de la bande passante, translation d'adresse, authentification, résolution d'adresses, etc... ( facultatif ) Gère une « zone H.323 »
  - ◆ MCU (Multi-point Control Unit) : gestion de sessions multicasts
- Ces différents éléments peuvent être matériels ou logiciels et peuvent être combinés sous forme de « boîtes noires ».

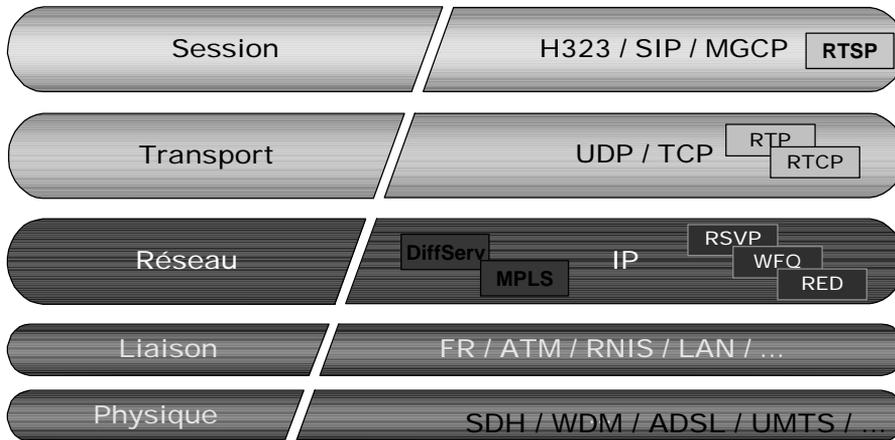
## SIP vs H.323



## 2- Éléments techniques

# Architecture

# Voix sur IP



## 1- applications

# IP Phone Productivity Service

## Cisco IP Phone 7960

- ◆ Application Cisco permettant de consulter et gérer Via l'écran LCD de n'importe quel IP Phone de l'entreprise (gamme 7960 et 7940) :
  - ses appels,
  - sa messagerie vocale,
  - ses e-mails,
  - son agenda
  - Et son annuaire personnelle
- ◆ Gain de productivité

Le 7960 supporte des fonctionnalités :

- Renvoi d'appel
- Recomposition
- Annuaire d'entreprises
- Services d'Information
- Effectuer une audioconférence
- Accéder à la messagerie vocale



# 1- Applications

## Centre d'appels

## Centre de Contacts

**Problème : lignes trop souvent occupées, clients raccroche car trop longue attente,**

**Solutions : iPBX ou PBX logiciel avec console de contrôle et dispatch des appels en temps réel**

**Produits : jusque 600 appels entrants simultanées et 25 opérateurs (3Com SuperStack 3 Network PBX et 3Com NBX Call Center)**

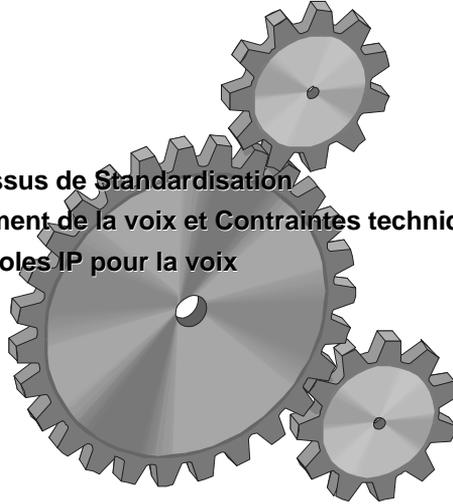
## Avantages de la VoIP

### - Synthèse -

1. réduction des coûts
  - d'acquisition des équipements (-15% pour une solution de 100 postes)
  - des communications (pas toujours vrai !)
2. simplifier la gestion/maintenance des infrastructures et des services téléphoniques/réseaux (cela dépend et plutôt à long terme);
  - Administration à distance via le réseau et plus besoin d'intervention sur PABX
  - Souplesse d'attribution des n° d'appel; plus liés à un poste physique
  - Possibilité d'envoi simple d'un appel d'urgence sur tout un réseau (Alertes)
3. intégrer les services téléphoniques classiques (boîte vocale, audioconférence, fax, ...) avec les services et applications Intranet/Extranet existantes :
  - Applications CTI (Couplage Téléphonie Informatique).
4. déployer rapidement des services de téléphonie aussi flexibles, programmables et configurables que les services de messagerie électronique (email) ou du Web (e-commerce);

# 2-Éléments techniques

- ▶ **Processus de Standardisation**
- ▶ **Traitement de la voix et Contraintes techniques**
- ▶ **Protocoles IP pour la voix**



# La standardisation

- ◆ IETF ([www.ietf.org](http://www.ietf.org))
- ◆ UIT ([www.itu.org](http://www.itu.org))
- ◆ ETSI – TIPHON ([www.etsi.org](http://www.etsi.org))
- ◆ MS FORUM / SoftSwitch ([www.msforum.org](http://www.msforum.org))
- ◆ SIP Forum ([www.sipforum.org](http://www.sipforum.org))
- ◆ 3GPP (UMTS) ([www.3gpp.org](http://www.3gpp.org))

# 1- Standardisation

## WWW.IETF.ORG

### AVT (Audio Visual Transport) :

- Comment garantir la synchronisation des flux audio et format des paquets ?
- RFC 1889/3550 : **RTP** et **RTCP**
- RFC 2833 (format RTP pour le transport des signaux DTMF et des tonalités)

### MMUSIC ( Multiparty Multimedia Session Control ) :

- Comment contrôler un serveur vocal / messagerie sur IP ?
  - RFC 2326 : **RTSP** (Real Time Streaming Protocol)
- Quelle signalisation d'appel utiliser pour contacter les utilisateurs, négocier les capacités, convertir les adresses, gérer la sécurité, enregistrer les clients, .... ?
  - RFC 2543 : **SIP** (Session Initiation Protocol)
- Quelle doit être le format syntaxique des messages de signalisation et de contrôle ?
  - RFC 2327 : **SDP** (Session Description Protocol)

### SIP (Session Initiation Protocol) (à partir de 1999)

- Comment améliorer SIP et créer de nouveaux services interactifs multimédia
- RFCs 3261: **SIP**

# 1- Standardisation

## WWW.IETF.ORG

### SIPPING (Session Initiation Proposal Investigation) (à partir de 2001)

- Quelles extensions (méthodes, messages de signalisation) doit on ajouter à **SIP** pour supporter de nouvelles applications/usages (instant messaging) ?

### MEGACO (MEdia GATeway COntrol) :

- Comment contrôler les équipements téléphoniques (passerelle, terminaux, ...) de façon simple, centralisée et à grande échelle (vision opérateurs télécoms) ?
- RFC 2805 et 3015

### FAX (Internet Fax) :

- Comment transporter le service Fax sur IP ?
- RFC 2301

# 1- Standardisation

## WWW.IETF.ORG

**SIGTRAN** (SIGnaling TRANsport) :

- Comment transporter la signalisation SS-7 sur un réseau IP ?
- RFC 2719, 2960, 3057

**SPIRIT** (Service in the PSTN/IN Requesting InTernet Service ) et

**PINT** (POTS and Internet Interworking) :

- Comment intégrer les services avancés de VoIP et les services du réseau intelligent ?
  - ◆ **SPIRIT** : évocation d'un service VoIP émanant d'un client situé sur un réseau téléphonique
  - ◆ **PINT** : évocation d'un service IN émanant d'un client situé sur un réseau VoIP
- RFC 2458, 2848 (PINT)

# 1- Standardisation

## WWW.IETF.ORG

**ENUM** (Telephone Number Resolution)

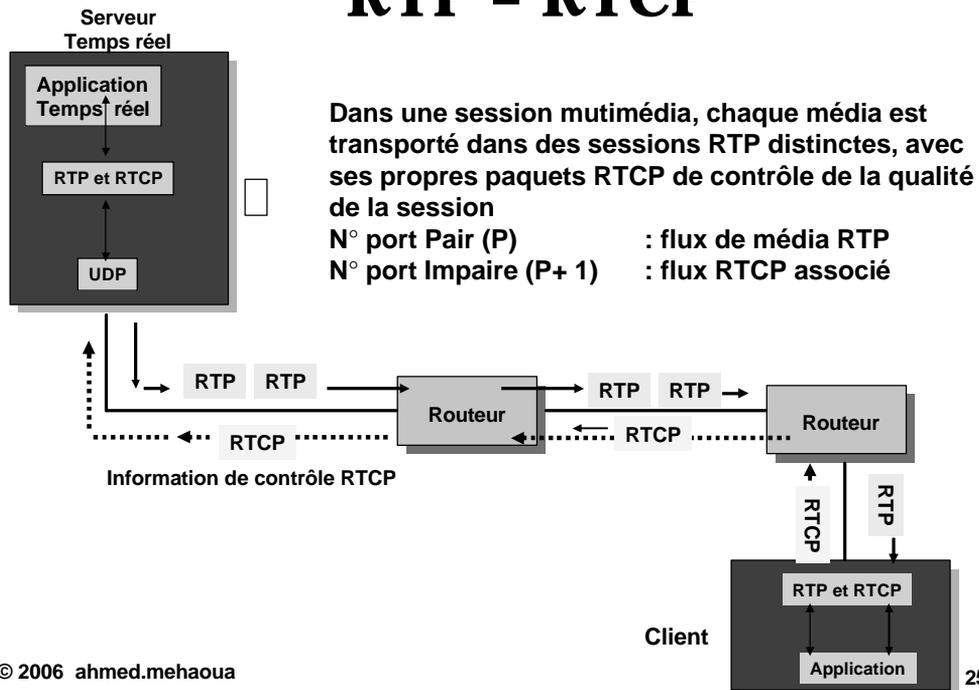
- Comment associer un n° de téléphone **E.164** avec une adresse IP dans le service d'annuaire DNS de l'Internet ?

**TRIP** (Telephony Routing over IP)

- Comment échanger les tables de routage entre passerelles téléphoniques de différents opérateurs (information servant à la localisation, la répartition de charge de trafic téléphonique entre domaines d'opérateurs) ?
- RFC 3219 : **TRIP**

## 2 - Transport multimédia sur IP

# RTP - RTCP



## 2 - Transport multimédia sur IP

# RTP/RTCP : principes

### ◆ Qu'est ce que c'est ?

RTP (Real-time Transport Protocol) est un protocole de transport de flux temps-réel en mode multicast ou unicast :

- Conférence audio, vidéo interactive, diffusion vidéo, audio

Indépendant des couches réseaux mais habituellement implémenté au dessus de UDP/IP.

Fortement couplé aux applications qu'il transporte : notion de PROFIL

Combiné a un protocole de signalisation de la qualité des transmissions RTCP (Real-time Transport Control Protocol) pour la mesure des performances et le contrôle de la session en cours,

### ◆ Qui l'a développé ?

IETF (RFC 1889 puis RFC 3550 depuis juillet 2003)

## 2 - Transport multimédia sur IP

# RTP/RTCP : principes

- ◆ A quoi sert RTP ?
  - Segmentation / Réassemblage des données
  - Synchronisation des flux
  - Indication du type de données
  - Identification de l'émetteur (communication multipoint)
  - Détection des pertes
  - Sécurisation des échanges (cryptage)
  
- ◆ A quoi sert RTCP ?
  - Fournir périodiquement des rapports sur la qualité des échanges entre récepteurs et émetteur
    - Downlink : données envoyé, estampilles de temps
    - Uplink : pertes, délais, gigue
  - Garder une trace de tous les participants à une session
    - CNAME (Canonical Name) : identifiant unique et permanent pour un participant
    - SSRC (Synchronisation Source Identifier)

## 2 - Transport Multimédia sur IP

# Identification des paquets RTP

- How to identify RTP packets ?
  - Layer 4 classification ?
    - ◆ No, RTP can use any even port number
    - ◆ RTCP uses an odd port number
    - ◆ UDP ports 5004-5005 are often used, but not always

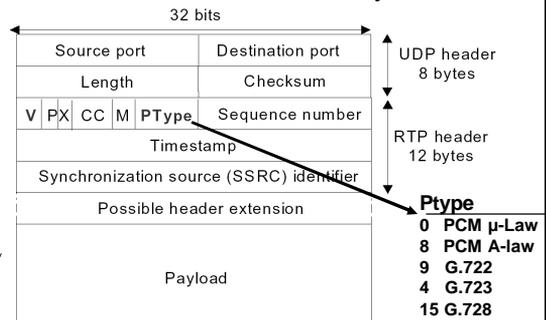
- Heuristic
  - ◆ look at RTP constants

```

If (UDP) AND
  (Dest_port is even) AND
  (RTP_Version==2) AND
  (PType == assigned value)
  { /* looks like RTP packet */ }
else
  { /* should be something else */ }

```

**V** : version RTP  
**P** : padding  
**X** : en tête suivi d'une extension  
**CC** : Nbre de source inclus dans le paquet RTP  
**M**: marqueur (fin d'image par exemple)

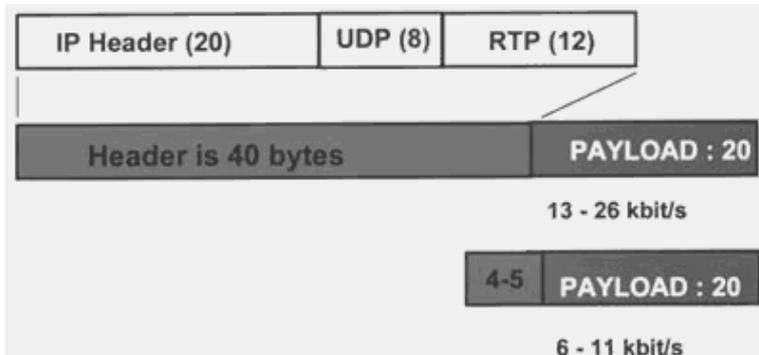


**0** PCM  $\mu$ -Law  
**8** PCM A-law  
**9** G.722  
**4** G.723  
**15** G.728  
**18** G.729  
**31** H.261  
**34** H.263  
**94** MP4V  
**96** MP4A

## 2 – Transport multimédia sur IP

# RTP – Encapsulation

- 20ms de parole à 8 Kbits/s (G.729) : soit 160 échantillons ou 20 octets de payload, sont transportés avec 40 octets d'entête.
- Compression des en-têtes (option non interopérable entre systèmes).



## 2 – Transport IP

# RTCP : en-tête paquet

0					15	16			32
V	P	RC	PT	Longueur					
Rapport(s)									

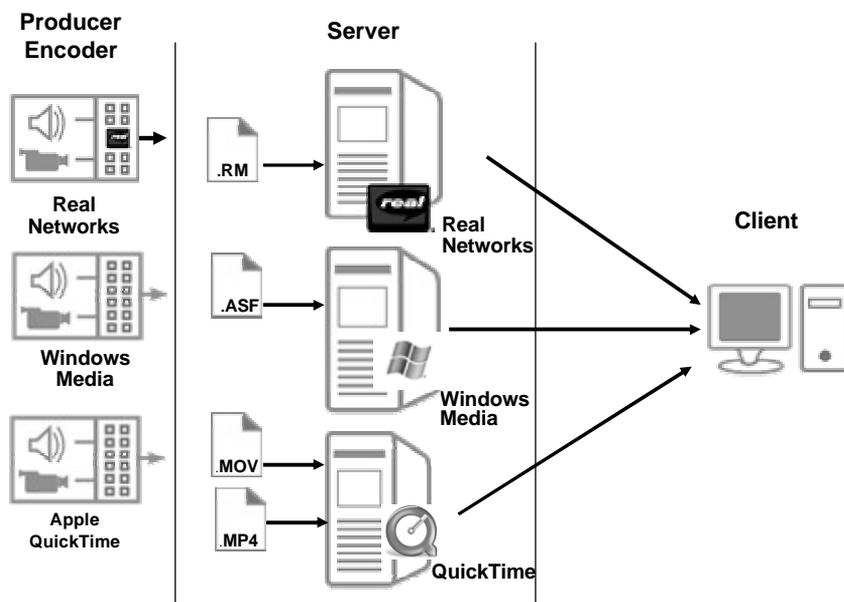
Champ	Nbr. bits	Fonction
V : Version	2	Définit le numéro de version de RTP : actuellement 2.
P : Padding	1	Indice permettant de spécifier que les octets de données ont une partie de bourrage.
RC : Report Counter	5	Contient le nombre de rapports contenus dans le paquet (un rapport pour chaque source).
PT : Packet Type	8	Donne le type de rapport du paquet (SR, RR, SDES ou BYE).
Longueur	16	Longueur du paquet

## 2 - Transport IP

# RTCP : Rapports

- ◆ Plusieurs types de paquets RTCP sont définis, de manière à transporter une grande variété d'information de contrôle :
  - SR : Sender Report : rapport d'émetteur. C'est l'ensemble de statistiques de transmission et de réception en provenance des participants qui sont des émetteurs actifs.
  - RR : Receive Report : rapport de récepteur : C'est l'ensemble des statistiques de transmission et de réception en provenance des participants qui ne sont que des récepteurs actifs.
  - SDES Source DEscription : les paquets de description de source sont de véritable carte de visites des sources (CNAME, ...)
  - BYE : message de fin qui indique que l'on quitte une session.
  - APP : fonction spécifique à une application.
- ◆ Il est suggéré de n'allouer à RTCP que 5% au plus de la bande passante de la session RTP.

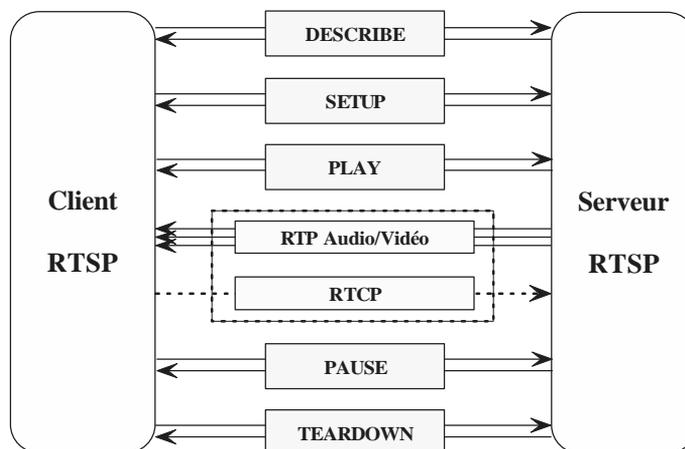
# Streaming Vidéo sur IP



# RTSP : principes

- ◆ RFC 2326
- ◆ N° Port 554 (TCP ou UDP)
- ◆ RTSP, est un protocole de niveau Session pour visualiser en continu des flux multimédia à partir d'un serveur distant.
- ◆ Il offre un contrôle sur les flux audio et vidéo reçus en simulant les fonctions d'un magnétoscope tels que : pause, avance rapide, retour rapide, et accès direct.
- ◆ Les séquences peuvent être pré-enregistrées ou « Live ».
- ◆ RTSP est conçu pour fonctionner avec des protocoles tel que RTP, RSVP pour fournir un service « streaming » sur IP.
- ◆ Il permet de sélectionner le mode de transport (UDP, multicast UDP ou TCP) et les fonctions de RTP.
- ◆ Il supporte le multicast dense et l'unicast.

# RTSP : Setup



# SDP

La description d'une session SDP (Session Description Protocol) [RFC 2327] est entièrement textuelle et consiste en un ensemble de ligne sous la forme suivante :  
<type>=<value> <type>

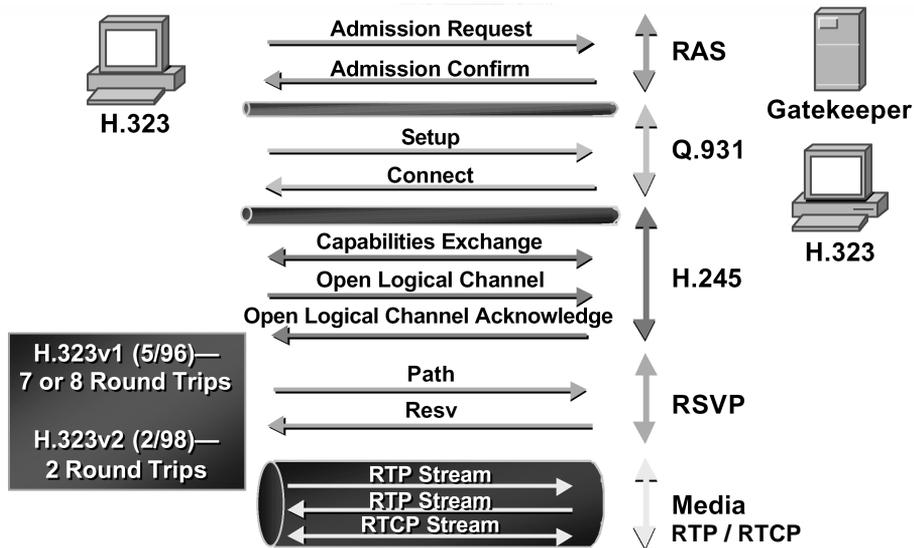
v= (version du protocole) // « 0 » pour la version actuelle.  
o= (créateur, identifiant de la session, IPv4/v6 et adresse IP du créateur du message SDP).  
s= (nom de la session) // « Journal TV » par exemple  
i=\* (description de la session)  
u=\* (URI de la description)  
c=\* (informations de connexion) // adresse multicast  
t= (début et fin de session) // « 0 0 » pour une diffusion en boucle  
r=\* (zéro ou plusieurs intervalles de répétition)  
m= (nom du media et adresse de transport) // RTP, n° port, n° du média  
b=\* (informations sur la bande passante)  
a=\* (zéro ou plusieurs attributs de média)

\* les champs de descriptions suivis d'une étoile sont optionnels, les autres étant obligatoires.

## SDP : Exemple

```
v=0
o=QTSS_Play_List 291962755 291981181 IN IP4 193.51.25.139
s=c:\MPEG4IPStreamer\Movies\mcast_example.sdp
c=IN IP4 224.10.11.12
t=0 0
m=video 40000 RTP/AVP 96 //n° de port et identification de la configuration du payload de la vidéo
a=rtpmap:96 MP4V-ES/90000 // type de flux transporté et fréquence d'horloge
a=control:trackID=1 // numéro de piste du media, spécifique à MPEG-4
a=mpeg4-esid:1 // identifiant du flux élémentaire, spécifique à MPEG-4
m=audio 40002 RTP/AVP 97 //n° de port et identification de la configuration du payload de l'audio
a=rtpmap:97 MPA/44100 // rtpmap pour indiquer type de flux transporté et la fréquence d'horloge
a=control:trackID=2 // numéro de piste du media, spécifique à MPEG-4
a=mpeg4-esid:5 // identifiant du flux élémentaire, spécifique à MPEG-4
```

# H.323 : Signalisation



## H.323 et Firewall

- ◆ Une transmission H.323 génère entre 7 et 11 ports logiques, qui doivent passer les filtres des firewalls et des proxies. Or, tout trafic qui n'est pas HTTP pour les pages Web, SMTP pour l'e-mail ou FTP pour le transfert de fichiers, est scrupuleusement filtré dans les firewalls, sur instruction des gestionnaires de réseau.

<i>PROTOCOLE</i>	<i>PORT LOGIQUE</i>
Q.931	Ports 1720 et 1300 statiques
H.245	Dynamique
H. 225 RAS	Dynamique
RTP audio	2 ports dynamiques et unidirectionnels
RTP vidéo	2 ports dynamiques et unidirectionnels
T.120	port 1503 ou dynamique

# IETF

## Session Initiation Protocol

### ◆ Qu'est ce que c'est ?

SIP est un protocole de signalisation **extensible** en mode client/serveur pour la gestion de sessions multimédia (audio, vidéo) indépendant du protocole de Transport (UDP ,TCP, IPX) car il intégrant ses propres mécanismes de fiabilité de fonctionnement;

Il utilise typiquement **UDP** et le n° port **5060**

RFC **3261** : 170 pages (6 messages au format ASCII)

### ◆ Qui l'a développé ?

Standard proposé par le groupe de travail de l'IETF MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control) de Fév. 1996 à mars 1999 [RFC 2543], puis repris et amélioré par un nouveau groupe de travail appelé SIP [RFCs 3261-3265],

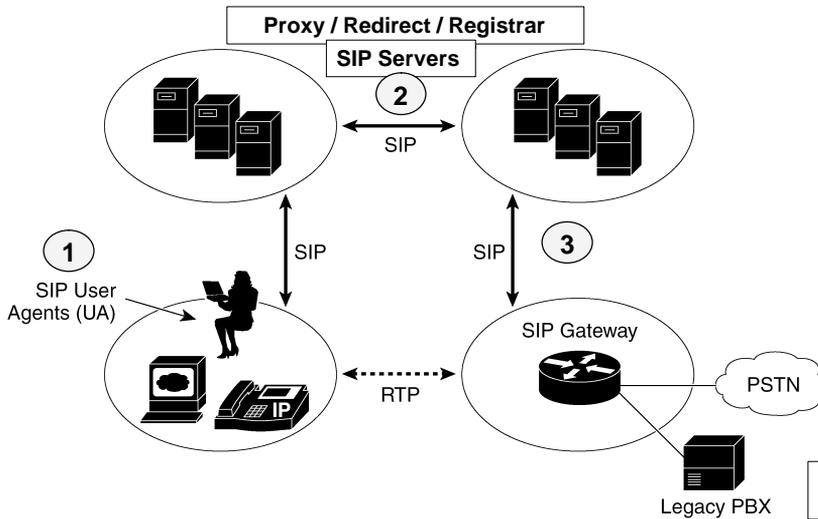
# IETF

## Session Initiation Protocol

### ◆ A quoi sert il ?

1. Il permet aux utilisateurs de mettre en place, modifier, clore des conférences multimédia (pas seulement audio) entre deux ou « plusieurs » participants, en véhiculant l'information de contrôle nécessaire,
2. Permet d'enregistrer, de localiser et de gérer la mobilité des utilisateurs;
3. d'intégrer les applications Web avec les applications vocales et vidéo
4. de créer et contrôler des services multimédia/téléphonique de bout en bout (Instant messaging, vidéoconférence, PABX, partage d'applications ...)

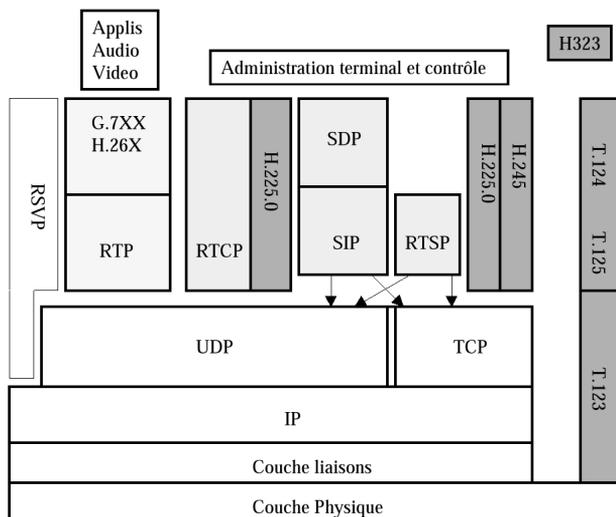
# SIP: Architecture



# SIP: Composants

User Agent	Système qui initie et reçoit des appels	Envoi (UAC) et reçoit (UAS) des requêtes SIP	Terminal H.323
Redirect Server	Serveur qui oriente les clients vers les destinataires	- translation d'adresses (DNS)	Gatekeeper
Registrar Server	BD/Annuaire qui enregistre les clients	Basé sur n'importe technologies (LDAP, SQL,...)	Gatekeeper HLR GSM
Proxy Server	Serveur qui traite les requêtes des clients et détermine quel est le prochain serveur a contacter pour atteindre le destinataire. Une sorte de Routeur SIP	- Routage d'appel (TRIP) - Load Balancing d'appel - Authentification, Autorisation, Facturation (RADIUS, DIAMETER, PGP ...) - Firewall / NAT	Gatekeeper

# SIP : Terminal



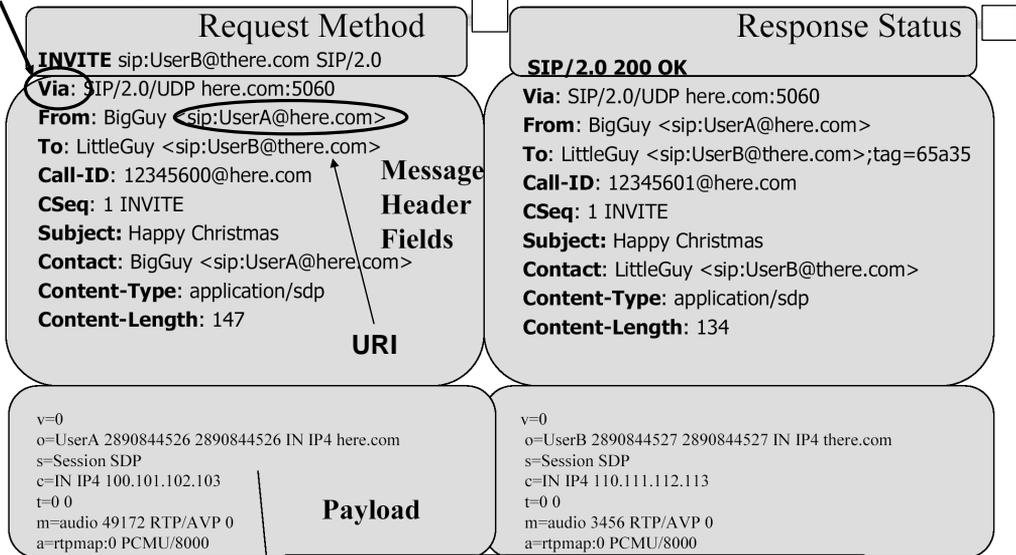
## 6 Requêtes SIP et Codes Réponses

Requête	Description
REGISTER	Enregistrement des clients dans un serveur Registrar/location
INVITE	Initie un appel
ACK	Confirme l'établissement d'un appel
BYE	Termine ou transfère un appel
CANCEL	Met fin à une procédure/sonnerie d'appel
OPTIONS	Négociation des capacités d'un client ou d'un serveur

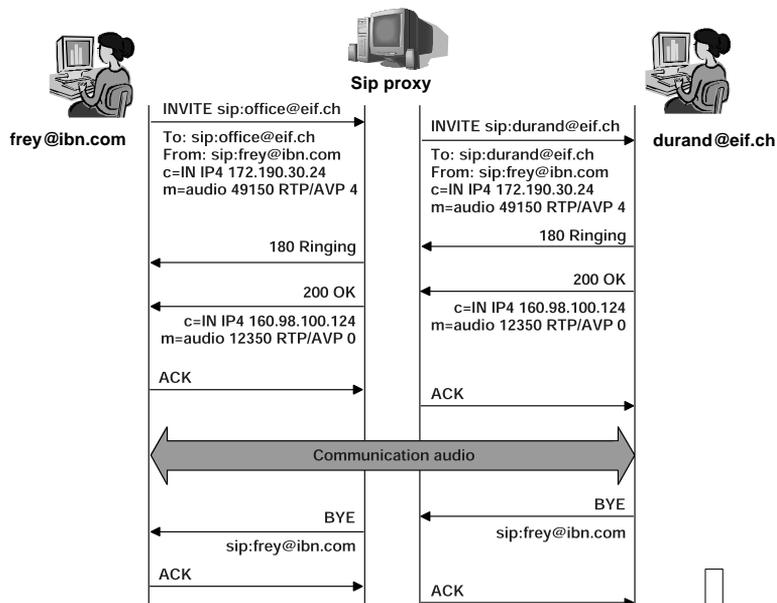
Code	Types de réponses
1xx	Information d'appel
2xx	Confirmation de succès
3xx	Redirection d'appel
4xx	Echec d'appel
5xx	Erreurs de serveurs
6xx	Echec général

# Structure des messages

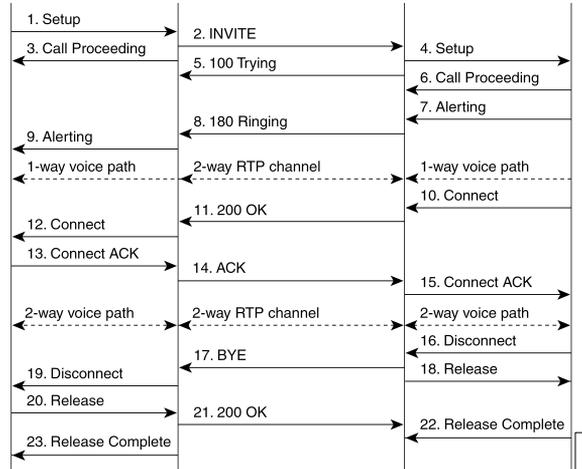
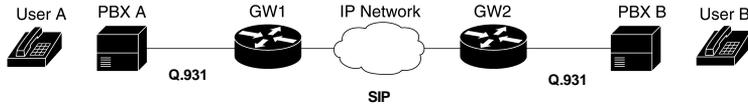
Ajouté par les proxy pour identifier le chemin au retour et éviter les boucles



## Procédure d'appel SIP UA/UA indirect via proxy



# Procédure d'appel SIP GW/GW direct



## Voix sur IP Conclusions

- ◆ Des migrations difficiles à mener pour les entreprises,
  - Les 2 scénarios qui se dessinent aujourd'hui pour l'adoption de la VoIP concernent : le réseau local (LAN) et le réseau étendu (WAN);

**LAN :** elle optera pour des PABX mixtes, offrant les fonctions de Gatekeeper IP, de passerelle IP/RTC/RNIS et d'un standard traditionnel;

**WAN :**

1<sup>ere</sup> étape : pour les entreprises installées sur plusieurs sites distants (WAN), des passerelles IP, reliant des installations classiques (PABX numériques), par des réseaux privés IP (VPN) offrent une alternative aux appels longue distance (voix sur Frame Relay).

2<sup>de</sup> étape : En pratique, ce sont les opérateurs télécoms qui adoptent progressivement certaines technologies VoIP pour la partie transport de la voix, et proposeront en second lieu les services de type Centrex IP d'une façon transparente aux usagers.

# Voix sur IP :

## Conclusions

- ◆ **Gain attendu :**
  - Économie (utiliser une unique infrastructure réseau)
  - Productivité (nouvelles applications voix-données)
  - Vrai Convergence Réseaux/Télécoms : profiter de la dérégulation des télécoms et offrir des services de téléphonie/fax
  
- ◆ **Quelques problèmes subsistent :**
  - Quelle signalisation de service ?
  - Intéropérabilité des équipements
  - Légalité/Reglementation : ART, CSA, SACEM, IETF, autres
  - Taxation (TVA 5.5% pour l'audiovisuel, 19.6% pour l'Internet)
  - Sécurité / Fiabilité / Ergonomie
  - Numérotation / Annuaire universels